

KONYAALTI (ANTALYA) LİMAN MAHALLESİ ZEMİNLERİNİN JEOMEKANİK VE MİNERALOGİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

A. Ulvi UZER¹, M. Hilmi ACAR²

¹Selçuk Üniversitesi Kulu Meslek Yüksekokulu, 42770, KONYA

²Akdeniz Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 07200, ANTALYA

ÖZET: İnceleme alanı Antalya ilinin batısında kalmaktadır. Bu çalışma ile bu bölgedeki alüvyonları oluşturan sedimanların jeolojik ve mineralojik özellikleri incelenmiş, kil minerallerinin dağılımları ortaya konulmuştur. Bölgenin temelinde Mesozoyik yaşlı birimler bulunmaktadır. Üstte ise Kuvaterner birimleri olan travertenler, yamaç döküntüleri, plaj çökelleri ve alüvyonlar yer almaktadır. Asıl incelemelerin yapıldığı alüvyonlar içerisinde alınan örneklerin XRD çalışmalarında smektit (Ca - montmorillonit), mika grubu kil mineralleri, kaolinit, klorit, illit ve karışık tabakalı kil mineralleri (klorit + kaolinit, smektit + klorit, smektit + illit, illit + kaolinit, klorit + illit) elde edilmiştir. Dikey kalınlıklar boyunca kil minerallerinin dağılımında belirgin bir şekilde değişikliklerin olmadığı görülmektedir. Ayrıca, bölge zeminlerine ait fiziksel, mukavemet ve sıkışabilirlik özellikleri arazi ve laboratuvar deneyleri ile belirlenmiştir. Serbest basınç mukavemeti (q_u), drenajsız kohezyon (c_u) ve sıkışma indisi (C_c) sırasıyla $20 \text{ kN/m}^2 \sim 84.2 \text{ kN/m}^2$; $7.0 \text{ kN/m}^2 \sim 90 \text{ kN/m}^2$ ve $0.095 \sim 0.38$ aralığında değerler almaktadır.

Anahtar Kelimeler: lagün killeri, yumuşak zeminler, Antalya.

The Investigation Of Jeomechanic And Mineralogical Properties Of Konyaalti (Antalya) Harbor District Soils

ABSTRACT: The investigation area is located at the west side of Antalya City. The geological and mineralogical properties of the sediments constituting the alluviums of this region were investigated and the distribution of the clay minerals was presented. While the Mesozoic aged units are seen at the base of the region, the travertines of Quaternary units, side remains, beach deposits and alluviums exist at the top. There were obtained smectite (Ca - montmorillonite), clay minerals of mica group, kaolinite, chlorite, illite and mixed stratified clay minerals (chlorite + kaolinite, smectite + chlorite, smectite + illite, illite + kaolinite, chlorite + illite) from the XRD studies of the specimens taken from the alluviums of the primary investigated area. No distinct changes were observed in the distribution of clay minerals along the vertical thicknesses.

In addition, the strength, physical and compressibility properties of the region's soils were determined as a result of field and laboratory tests. Unconfined compression strength (q_u), undrained cohesion (c_u) and compression index (C_c) varies between $20 \text{ kN/m}^2 \sim 84.2 \text{ kN/m}^2$, $7.0 \text{ kN/m}^2 \sim 90 \text{ kN/m}^2$ and $0.095 \sim 0.38$ respectively.

Key Words: lagoon clays, soft soils, Antalya

GİRİŞ

Günümüzde Konyaaltı (Antalya) bölgesinde yapılaşma yeterli bir jeoteknik araştırma yapılmadan devam etmektedir. Bu sahada yapılan yapılarda, izin verilen sınırların üzerinde oturmalar ve farklı oturmalar

dolayı eğilmeler sıkça karşılaşılan problemlerdir (Dipova ve Acar 2003). Lagün killерinin mühendislik davranışlarıyla ilgili özellikleri hala tam olarak tespit edilememiştir.

İnceleme alanı olarak Antalya ili Konyaaltı Belediyesi sınırları içerisinde bulunan eski adıyla

Hurma köyü yeni adıyla Liman Mahallesi ve civarı seçilmiştir.

Konyaaltı kıyı alanı Antalya'nın batısında, Konyaaltı Belediyesi sınırları içerisinde ve 9 km uzunluğundaki plajı ile meşhur turistik bir bölgedir. Gelişimindeki lagünel ve alüvyal mekanizmalar, deniz seviyesi ve düşey yerkabuğu hareketleri sonucu zemin profili oldukça karmaşık bir yapı sunar (Dipova ve Acar 2003). Bu durum genelde farklı çökeltilerin düzensiz ve kararsız bir şekilde tabakalaşması ile oluşmuş siltli kil ve/veya kum birleşimidir. Bu çökeltilerin mineralojisi kendine has jeolojik orijinine ve genel çevresel çökelmelere bağlı olarak dar bir alanda bile değişiklik gösterebilmektedir. Jeolojik tarihçesindeki kuruma dönemlerinde gelişen turba katmanları ince katmanlar oluşturmakla birlikte hâkim zemin yumuşak kildir. Düzlukte yeraltı suyu - 1.5 m' derinlikte olup, kil suya doymun durumdadır (Dipova ve Acar 2003).

Lagünler rölatif olarak sığ suya sahip, çökelmeyle oluşan bariyerlerle denizden kısmen veya tamamen tecrit olabilen yüzeysel su alanlarıdır. Bunlar genellikle kıyıların arkasında alçak topoğrafik yapıya sahip bölgelerde oluşurlar (Bird 1984). Özellikle lagün kökenli yumuşak killer üzerinde araştırmalar yapan, Simonini ve Cola (2000), Cola ve Simonini (2002), Ricceri ve diğ. (2002)'nin İtalya'nın Venedik şehrinde bulunan lagün alanları ve Dipova ve Acar (2003)'ün Konyaaltı kıyı alanındaki mavi-yeşil lagün killeri ile yaptıkları çalışmalarda kendi bölgelerindeki bu tür zeminlere ait jeoteknik özellikleri deneysel ve teorik olarak incelemişlerdir.

Bölgenin mineralojik özelliklerini belirlemek için; 11 adet numune üzerinde XRD detay kil analizleri yapılmıştır. Numuneler 1 m ile 22.50 m arasında değişen derinliklerden alınmıştır.

Bölgenin jeoteknik özellikleri belirlemek için; 12 adet 30 m derinliğinde sondaj kuyusu açılarak yaklaşık 1.5 m aralıklarla shelby tüpleri vasıtasıyla örselenmemiş zemin numuneleri ile örselenmiş numuneler alınmıştır. Ayrıca arazi

deneyi olarak her sondaj kuyusunda SPT deneyleri gerçekleştirilmiştir.

İncelenen Bölgenin Yeri ve Jeolojisi

Antalya Körfezi batı ve kuzeybatısında allokton konumlu birimler ilk olarak Lewevre (1967) tarafından Antalya Napları olarak adlandırılmıştır. İnceleme bölgesinde ise bu naplara ait birimlerden Tesbihli Formasyonu, Çandır Formasyonu, Gökdere Formasyonu ve Tekedağ Formasyonu bulunmaktadır. Bu allokton birimlerin litolojik özellikleri kısaca şu şekildedir:

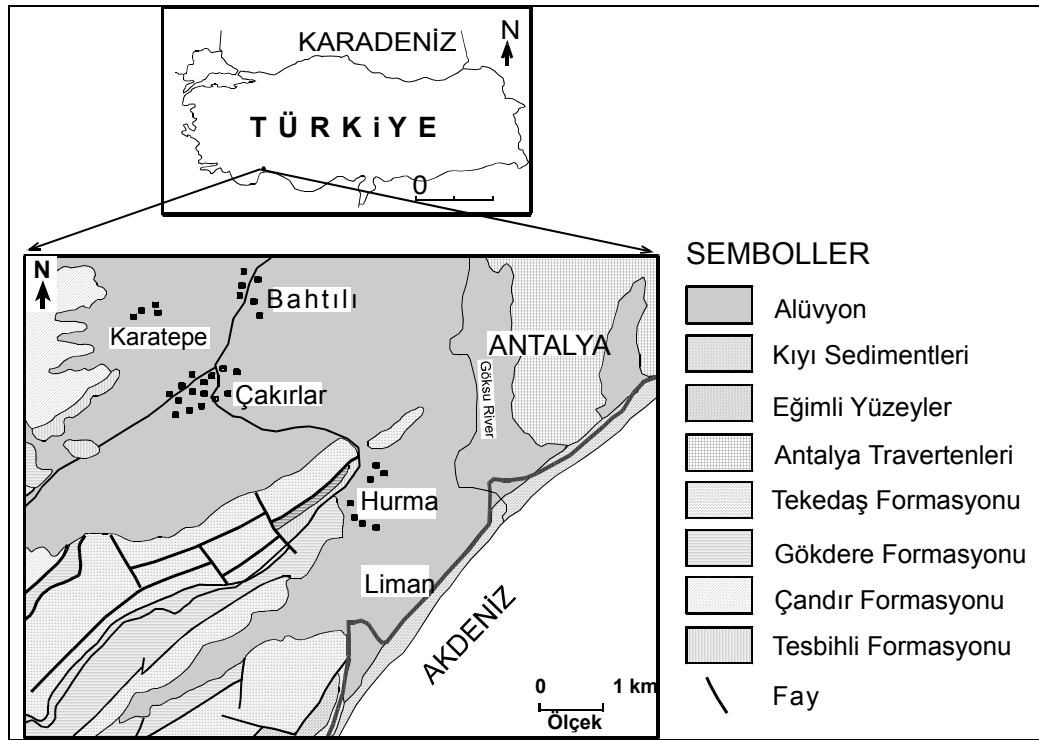
Tesbihli Formasyonu; ince - orta tabakalı, kırmızı - yeşil - gri - sarı ve siyahımsı renklerde radyolarit, çört ve şeyllerden oluşmaktadır. Bazı düzeylerinde bitümlü şeyller görülür ve kalınlığı 70 m'ye kadar ulaşmaktadır (Şenel,1997).

Çandır Formasyonu; Birim, tabakalı gri, yeşil ve kahve renkli kumtaşı, silttaşı ve kiltaşlarından oluşur. Yer yer volkanik, konglomera ve killi, kumlu kireçtaşı bantları da içerir. Kalınlığı 150 - 450 m arasında değişen bu formasyon Üst Anisiyen - Noriyen yaşlıdır (Şenel, 1997).

Gökdere Formasyonu; Bu formasyon, ince - orta tabakalı, gri, bej ve krem renkli, mikritik dokulu kireçtaşlarından oluşur. Birim içerisinde şeyl - tüfit seviyeleri de bulunmaktadır ve yer yer diyabaz daykları ile kesilir. Kalınlığı 350 m'ye kadar varmaktadır (Şenel, 1997).

Tekedağ Formasyonu; Şenel, (1981) tarafından adlandırılan bu formasyon orta - kalın tabakalı, bej, krem, sarı, açık gri ve kirli beyaz renkli neritik kireçtaşlarından oluşur. Bazı düzeylerde dolomit ve dolomitik kireçtaşları da içermektedir. Yaklaşık 1200 m kalınlık gösteren bu formasyon Resiyen - Senamoniyen yaşlıdır (Şenel, 1981).

İnceleme alanında Kuvaterner oluşukları; Antalya Traverteni, yamaç döküntüleri, plaj sedimanları ve alüvyonlarla temsil edilmektedir. Bunlar içerisinde en fazla yer kaplayanları da gri, kirli sarı ve açık kahve renklerinde ve bol erime boşlukları içeren Antalya Travertenleridir (Şekil 1).



Şekil 1. İnceleme bölgesinin jeolojik haritası ve konumu.

Figure 1. Location and geological map of investigated region.

MATERYAL VE METOT

Bölgede 12 adet ve her biri 30 m derinliğinde zemin sondaj kuyusu açılarak yaklaşık 1.5 m aralıklarla shelby tüpleri vasıtasıyla örselenmemiş zemin numuneleri ile örselenmiş numuneler alınmıştır. Konyaaltı (Antalya) Belediyesi sınırları içinde bulunan normal konsolide olmuş Liman Mahallesi mavi-yeşil yumuşak kilinin jeoteknik özellikleri TSE 1900' da (TSE 1987) belirtilen kriterlere göre arazi (SPT) ve laboratuvar deneyleri ile araştırılmıştır. Jeoteknik araştırmalar sonucu bulunan parametreler arasında bölgeye özgü çeşitli korelasyonlar oluşturulmuştur.

MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknolojisi Daire Başkanlığı Mineraloji Araştırmaları Koordinatörlüğü'nde 11 adet numune üzerinde XRD detay kil analizleri yapılmıştır. X-Ray difraksiyonu; kohezyonlu zeminlerin minerallerini belirlemek ve kristal yapılarını tayin etmek için yaygın olarak kullanılan bir metottur. Özellikle kil mineralinin tanımlanmasında çok uygun olan x-ışınları yansımaları kil olmayan fakat zeminde bol

bulunan diğer mineralleri de belirleyebilir (Keskin 1993).

Antalya (Konyaaltı) Liman Mahallesi bölgesinden deney numunelerinin elde edilmesi amacıyla sondaj çalışmalarının ve standart penetrasyon (SPT) deneylerinin yapılması Antalya'da bulunan Toros Jeoteknik Mühendislik Ltd. Şti. tarafından üstlenilmiştir. Çalışma alanından elde edilen numunelerin TSE 1900'da (TSE 1987) belirtilen kriterlere göre standart deneyleri Ankara'da bulunan Toker Sondaj ve İnşaat Ltd. Şti. ve Erbey Mühendislik ve Müşavirlik Ltd. Şti.'leri laboratuvarlarında yapılmıştır.

Arazi ve Laboratuvar Deneyleri

İndeks ve mühendislik özelliklerinin tespiti amacıyla; elek analizi, hidrometre analizi, likit limit, plastik limit, tane birim hacim ağırlığı (γ_s), doğal birim hacim ağırlık (γ_n), kuru birim hacim ağırlık (γ_k) ve doğal su muhtevası (w_n) deneyleri ve ayrıca zemin kayma drenaj parametrelerinin tespiti için; serbest basınç ile konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) ve konsolidasyonlu-drenajsız (CU) üç eksenli

kesme deneyleri TS 1900'da (TSE 1987) belirtilen esaslara göre yapılmıştır.

Sıkışabilirlik özelliklerini tayin etmek için; ring çapı 7.5 cm ve yüksekliği 20 mm olan konsolidasyon aletinde deneyler yapılmıştır. Deneyler her yük kademesinde 24 saat beklemeli ve TS 1900'da (TSE 1987) öngörülen sürelerde okuma alınarak gerçekleştirilmiştir. Zemin sıkışma indisi (C_c), (e -log σ') eğrisinden başlangıç boşluk oranı (e_0) değeri ve (e -log σ') eğrisi yardımıyla değişik derinlikler için ön konsolidasyon basıncı (σ'_p) değerleri bulunmuştur. Ön konsolidasyon basıncı değerleri ve oluşturulan zemin profili özelliklerinden efektif jeolojik basınç değerleri

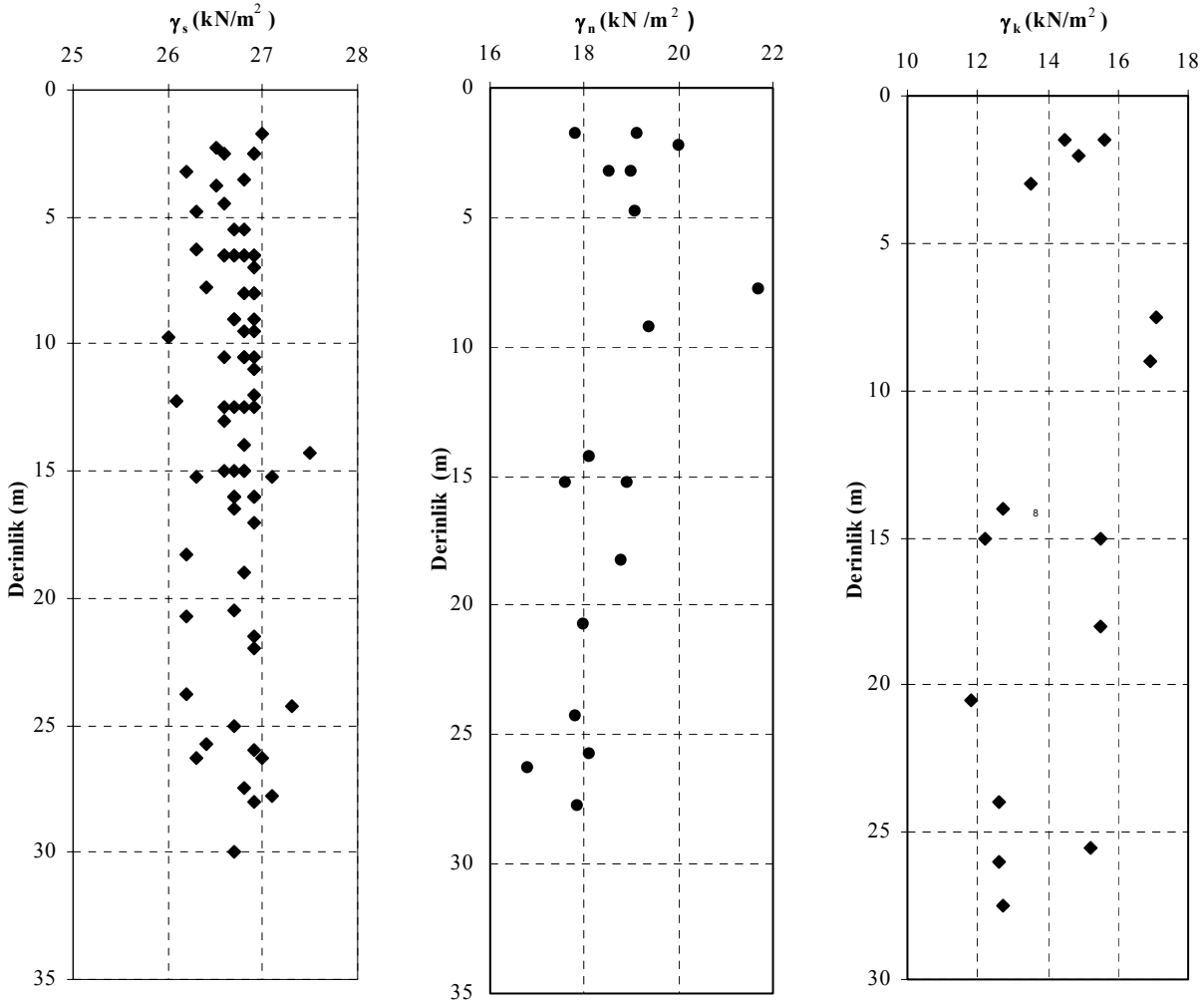
hesaplanarak aşırı konsolidasyon oranı (OCR)'nin derinlikle değişimi gösterilmiştir.

Ayrıca arazi deneyi olarak her sondaj kuyusunda SPT deneyleri gerçekleştirilmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI

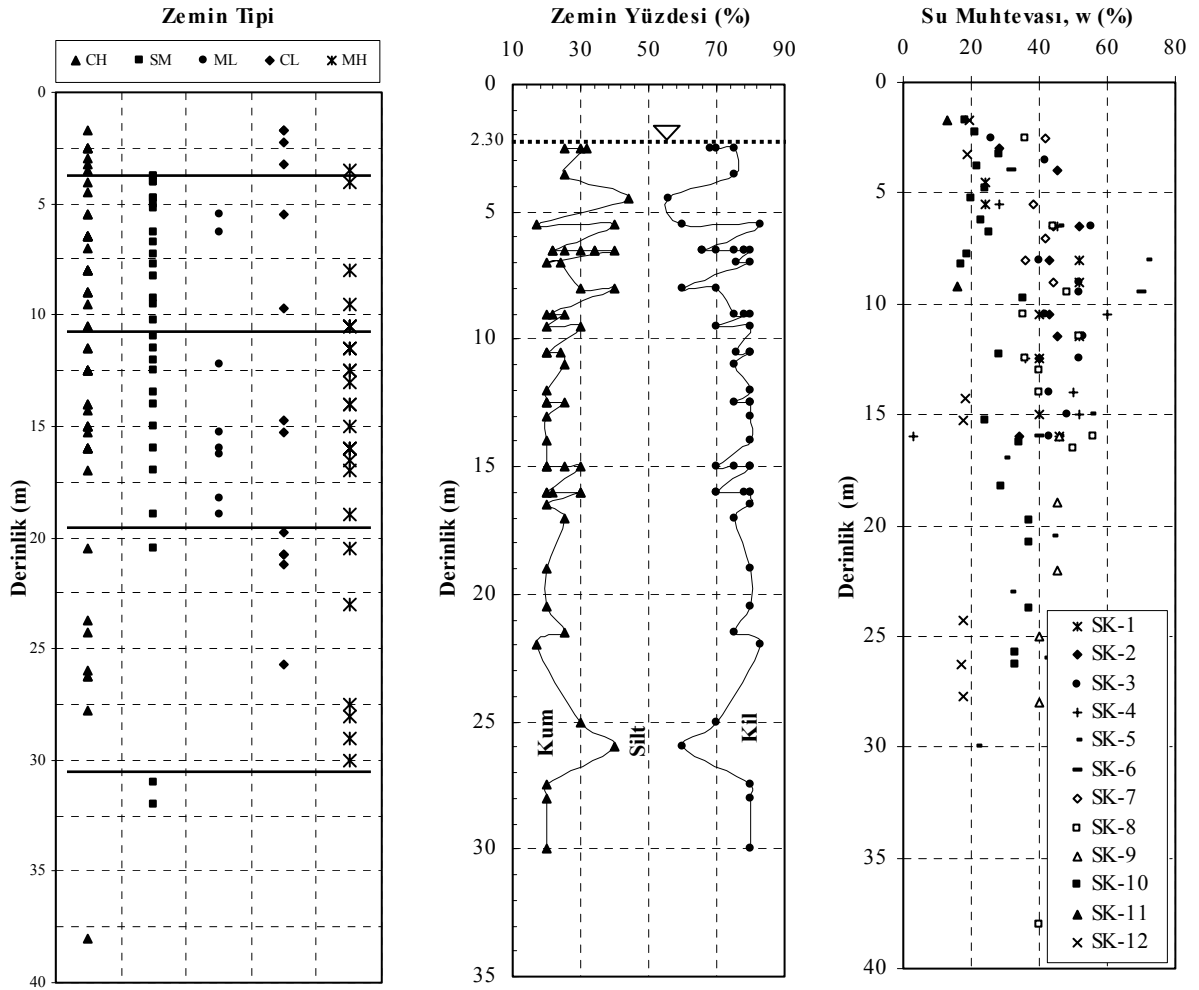
Jeoteknik İnceleme Sonuçları

Şekil 2.'de Liman Mahallesi kilinin tane birim hacim ağırlığı (γ_s), doğal birim hacim ağırlık (γ_n), kuru birim hacim ağırlık (γ_k) parametrelerinin ayrı ayrı derinlikle birlikte değişimi görülmektedir.



Şekil 2. Liman Mahallesi kilinin (γ_s), (γ_n) ve (γ_k) parametrelerinin derinlikle değişimi.

Figure 2. (γ_s), (γ_n) and (γ_k), parameters with depth for Harbor district clays.



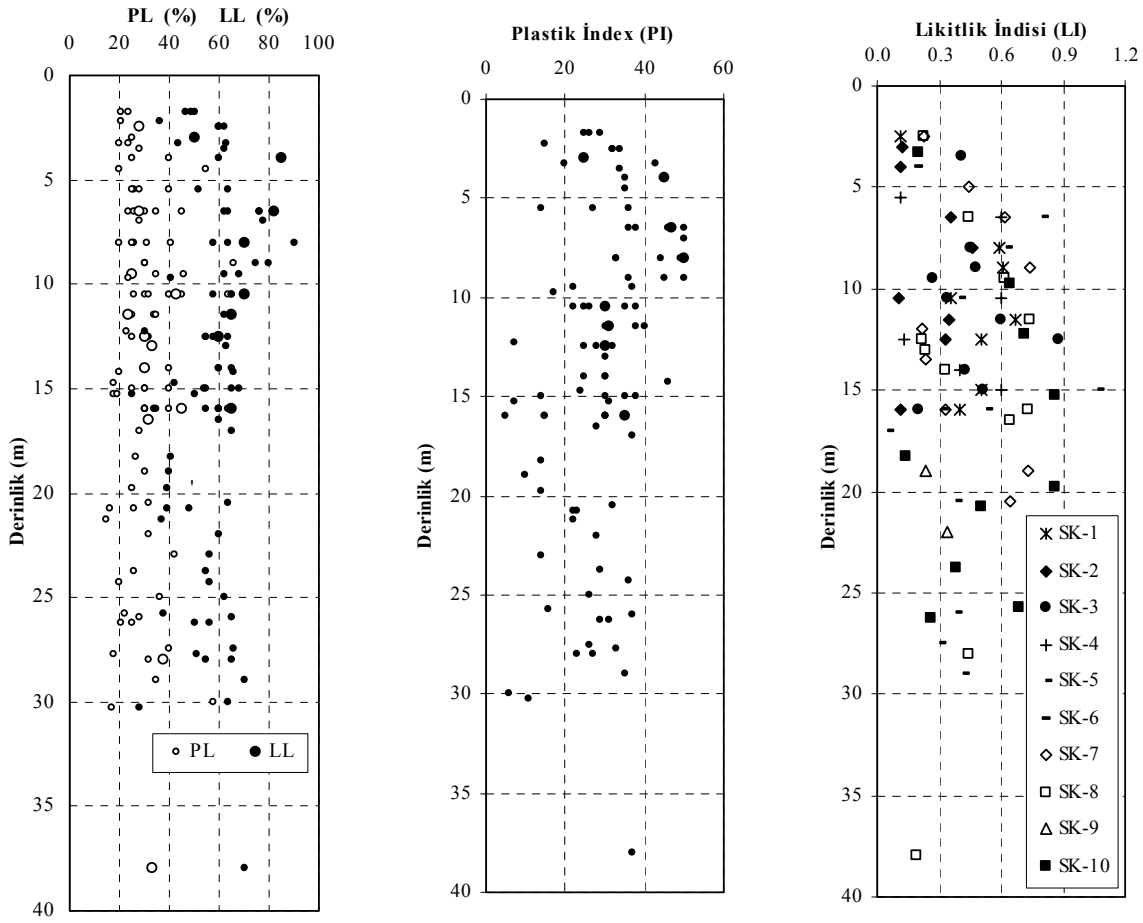
Şekil 3. Liman Mahallesi kilinin tipik indeks özellikleri.
Figure 3. Typical index characteristics of Harbor district clays.

Konyaaltı Liman Mahallesi zemininin genelde başlıca üç ana grup zemin sınıfından meydana geldiği ve 30 metrelik zemin profilinin yüksek ve düşük plastisiteli kil (CH - CL), yüksek ve düşük plastisiteli silt (MH - ML) ve kum karışımları (SM) olduğu görülmektedir (Şekil 3).

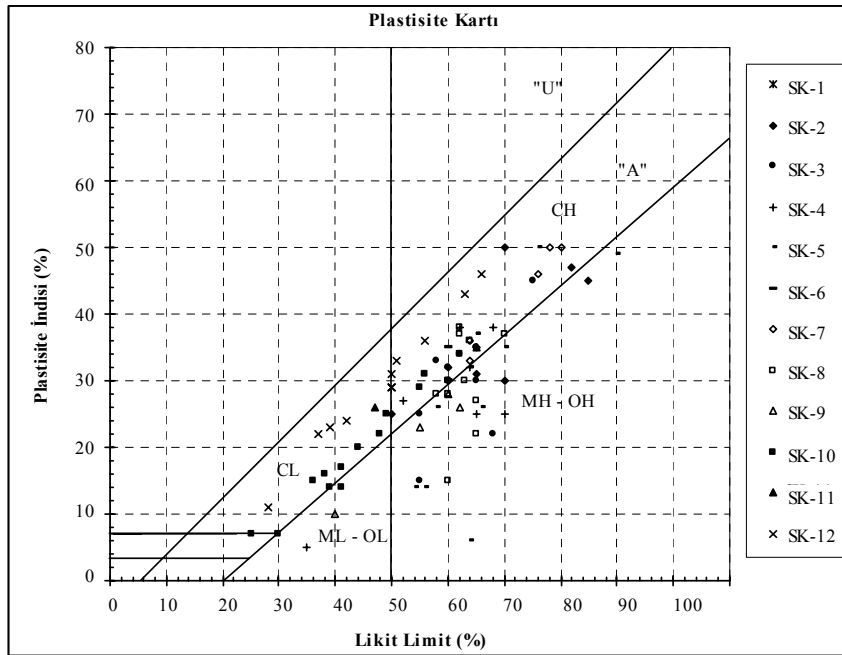
Kıvam limitleri tayini için; No:40 elek altı zemininden alınan numunelerle likit limit (LL) ve plastik limit (PL) deneyleri yapılarak plastisite indisi değerleri bulunmuştur. PL / LL ve plastisite indisi (PI)'nin derinlikle değişimi grafikte gösterilmiştir. Yine değişik derinlikler için likitlik indisi (LI) değerleri bulunarak

derinlikle değişimi grafikte gösterilmiştir (Şekil 4). Plastisite kartı üzerinde likit limit (LL)-plastisite indisi (PI) dağılımı işaretlenerek bölge zemininin ağırlıklı olarak yüksek ve düşük plastisiteli kil (CH-CL) ve düşük plastisiteli silt (ML) tipi zeminlerden oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 5).

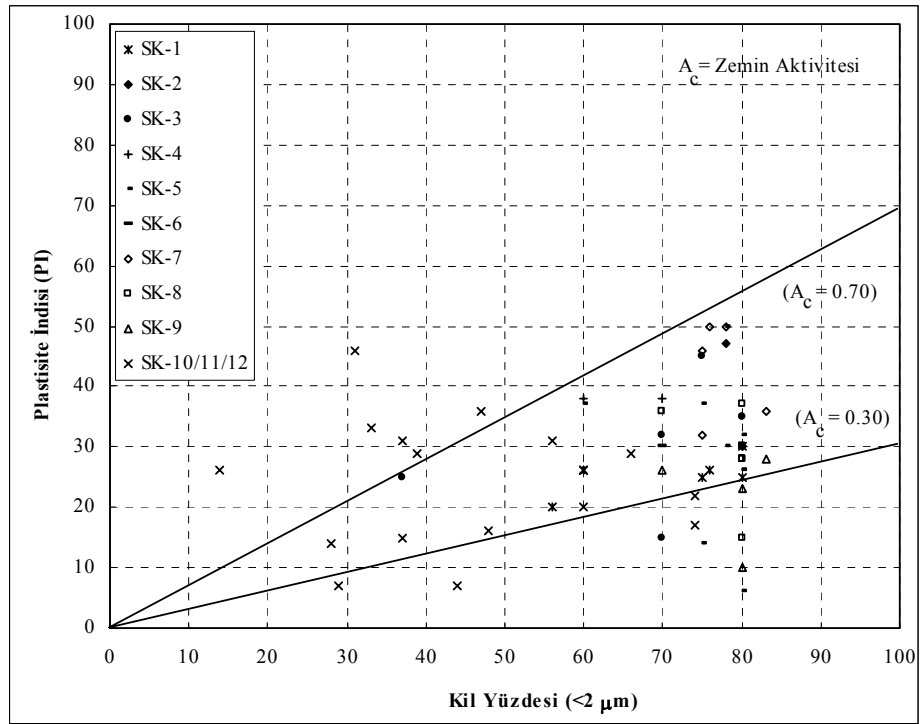
Aktivite katsayısı (A_c) zemin içindeki kil mineralleri türü hakkında fikir vermektedir (Özaydın, 1999). Liman mahallesi killerinin aktivitesi (Şekil 6)'de kil yüzdesi - ($< 2 \mu m$) plastisite indisi (PI) gösterilmiştir. Şekilde görüleceği gibi Liman Mahallesi killeri ağırlıklı olarak orta - yüksek aktiviteye sahiptirler.



Şekil 4. Liman Mahallesi kilinin tipik kıvam özellikleri
 Figure 4. Typical consistency characteristics of Harbor district soils.

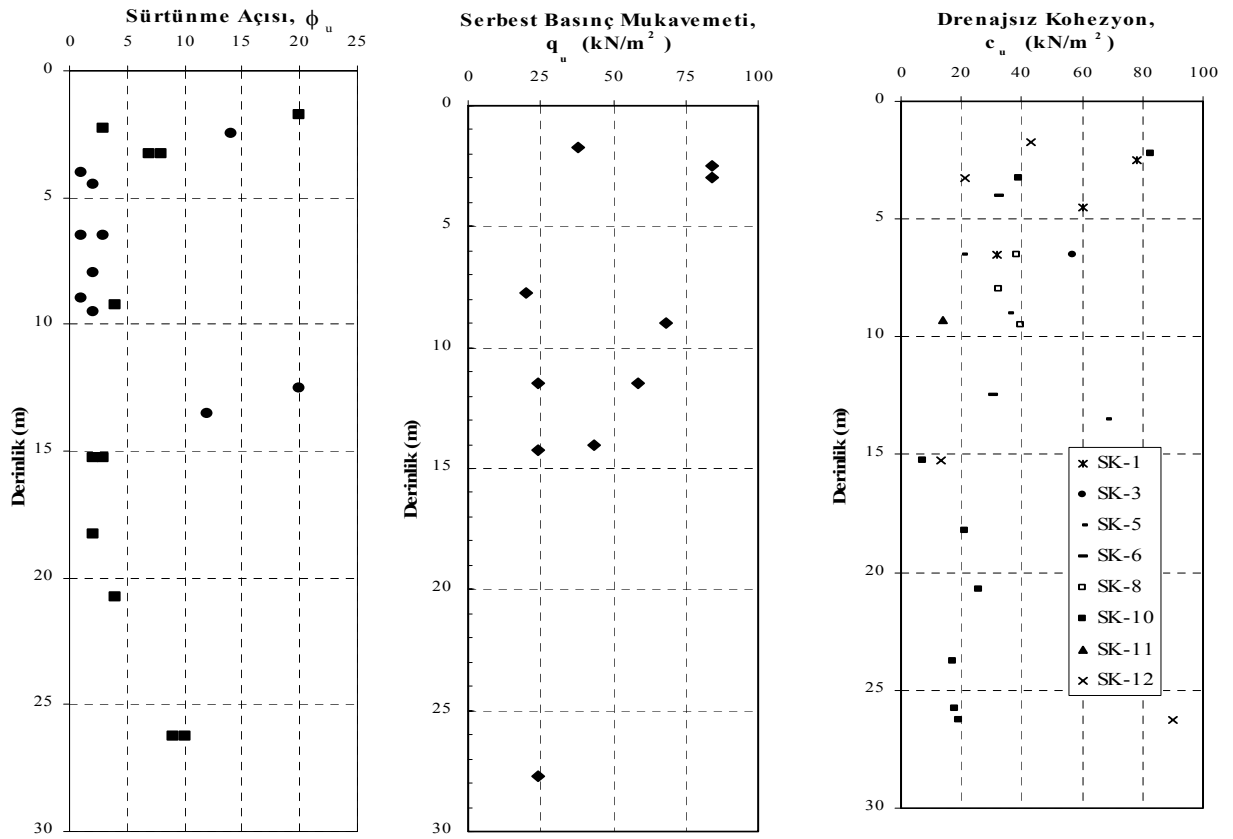


Şekil 5. Liman Mahallesi kilinin plastisite kartı.
 Figure 5. Plasticity chart of Harbor district clays.



Şekil 6. Liman Mahallesi kilinin aktivite kartı.

Figure 6. Activity chart of Harbor District clays.

Şekil 7. Liman Mahallesi kilinin (ϕ_u), (q_u) ve (c_u) değerlerinin derinlikle değişimi.Figure 7. (ϕ_u), (q_u) and (c_u), variations with depth for Harbor district clays.

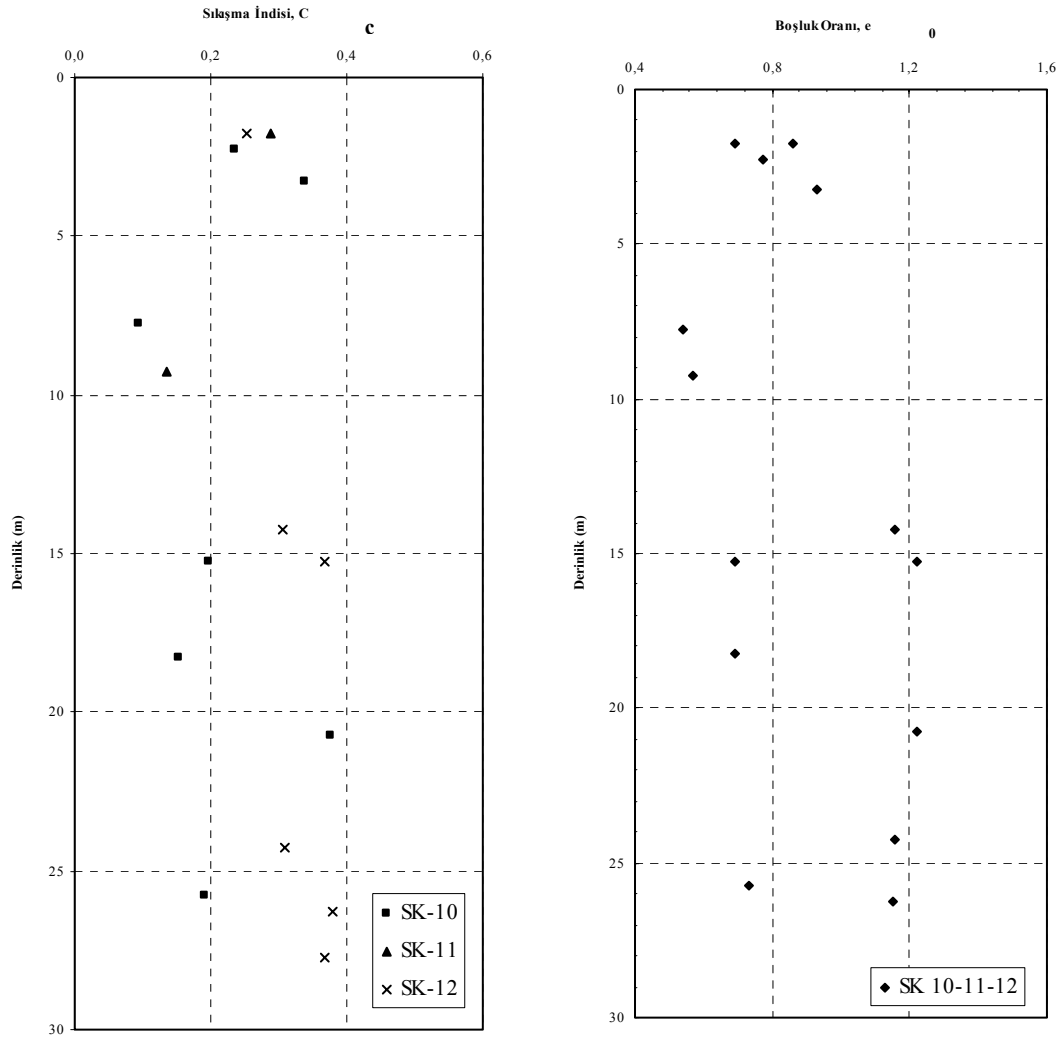
Değişik derinliklerden alınan örselenmemiş numuneler üzerinde yapılan deneylerle drenajsız koşullarda kohezyon parametreleri belirlenmiştir. Kayma dreni parametrelerinden içsel sürtünme açısı (ϕ_u)'nin derinlikle değişimi Şekil 7.'de görülmektedir.

Serbest basınç mukavemeti (q_u) ve üç eksenli basınç cihazında yapılan konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) deneylerden belirlenen kohezyonun (c_u) derinlikle değişimi gösterilmiştir (Şekil 7).

Sıkışabilirlik özelliklerini tayin etmek için; çapı 7.5 cm ve yüksekliği 20 mm olan örnekler üzerinde konsolidasyon aletinde deneyler yapılmıştır. Deneyler her yük kademesinde 24 saat beklemeli ve TS 1900'da öngörülen sürelerde okuma alınarak gerçekleştirilmiştir.

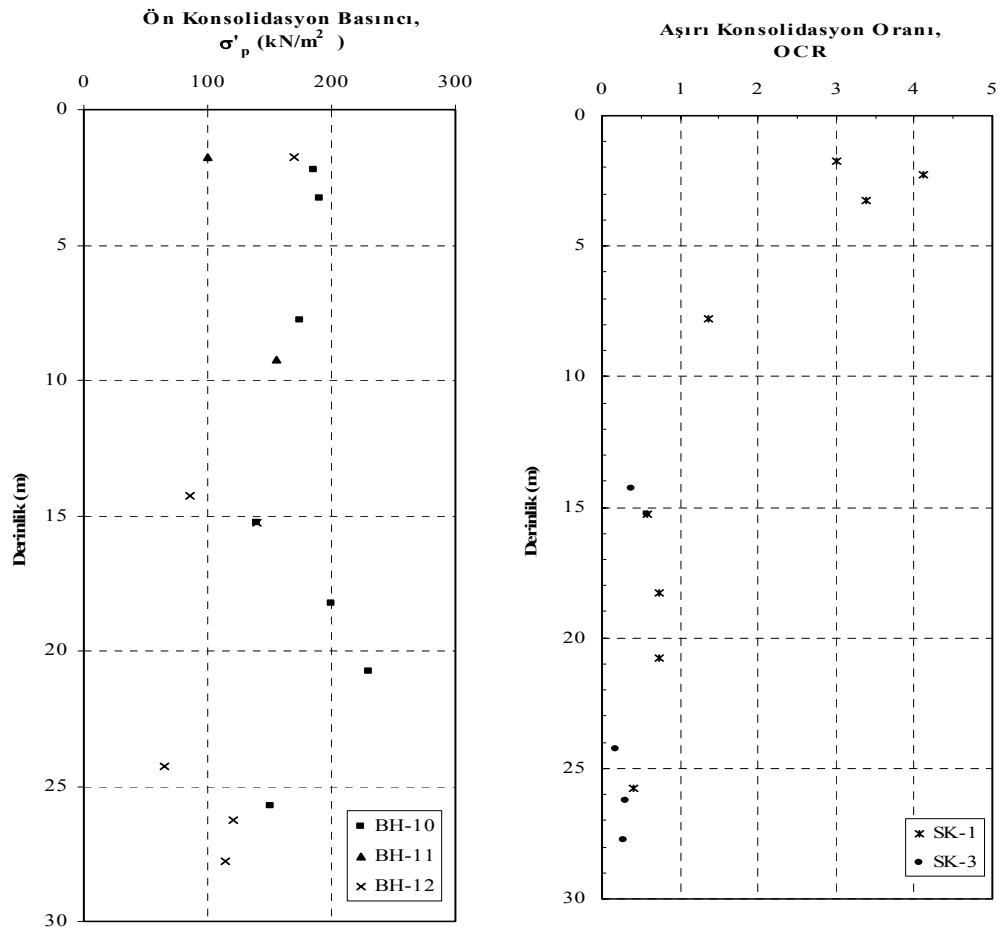
Sıkışma indisi değerlerinin derinlikle değişimi (Şekil 8)'de gösterilmiştir. Sıkışma indisi ($C_c = 0,095 \sim 0,380$) arasında değerler almaktadır. Konsolidasyon deneyinden elde edilen boşluk oranı (e_0)'nın derinlikle değişimi (Şekil 8)'de gösterilmiştir.

$e - \log \sigma'$ eğrilerinden ön konsolidasyon basıncı σ'_p değerleri bulunarak (Şekil 9)'da derinlikle değişimi gösterilmiştir. Ön konsolidasyon basıncı değerleri ve oluşturulan zemin profili özelliklerinden efektif jeolojik basınç değerleri hesaplanmış ve aşırı konsolidasyon oranı (OCR) değerleri bulunarak (Şekil 9)'da OCR' nin derinlikle değişimi gösterilmiştir.



Şekil 8. Liman Mahallesi kilinin (C_c) , (e_0) değerlerinin derinlikle değişimi.

Figure 8. (C_c) , (e_0) variations with depth for Harbor district clays.



Şekil 9. Liman Mahallesi kilinin (σ'_p), (OCR) değerlerinin derinlikle değişimi.

Figure 9. (σ'_p), (OCR) variations with depth for Harbor district clays.

Arazi Deneyi (SPT) Sonuçları

Tüm SPT sonuçlarının derinlikle değişimini gösteren Şekil 10. incelendiğinde bölge zeminini temsil eden SPT - (N) değerlerinin 5 – 20 arasında yoğunlaştığı söylenebilir.

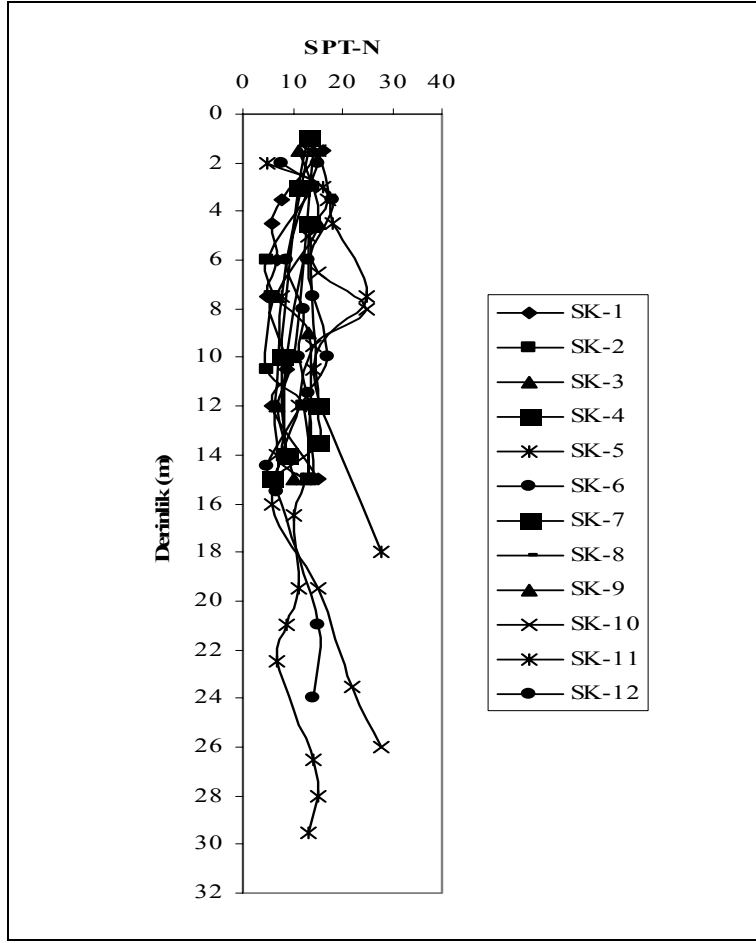
Mineralojik İnceleme Sonuçları

MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknolojisi Daire Başkanlığı Mineraloji Araştırmaları Koordinatörlüğü'nde 11 adet numune üzerinde XRD detay kil analizleri yapılmıştır. Numuneler 1 m ile 22,50 m arasında değişen derinliklerden alınmıştır. Bölgede alüvyon zeminde yapılan sondajlardan alınan örneklerin XRD çekimlerinde belirlenen mineral türleri; kuvars, kalsit, smektit (Ca - montmorillonit), feldispat, klorit, mika grubu kil mineralleri, kaolinit, amfibol, dolomit, hematit,

amorf silika, serpantin, kristobalit, tridimit, karışık tabakalı kil (klorit + kaolinit, smektit + klorit, smektit + illit, illit + kaolinit, klorit + illit) gibi minerallerdir.

Bölgede yapılan KN (kuyu numaraları) ve SK (sondaj kuyuları) olarak adlandırılan kuyularından alınan örneklerden 11 tanesinde kil fraksiyonu ayrılarak kil minerallerinin difraktogramları elde edilmiştir. Bu difraktogramlarda gözlenen kil minerallerinin yarı nicel yüzdeleri hesaplanmıştır (Çizelge 1).

Belirlenen kil mineralleri bolluk sırasına göre smektit (24 – 50 %), kaolinit (22 – 33 %), illit (15 – 30 %) ve klorit (10 – 18 %)’dir. Hem KN kuyusu ve hem de SK kuyusu boyunca kil minerali dağılımları arasında belirgin farklar olmayıp birbirlerine benzemektedirler.



Şekil 10. Tüm SPT - (N) değerlerinin derinlikle değişimi.

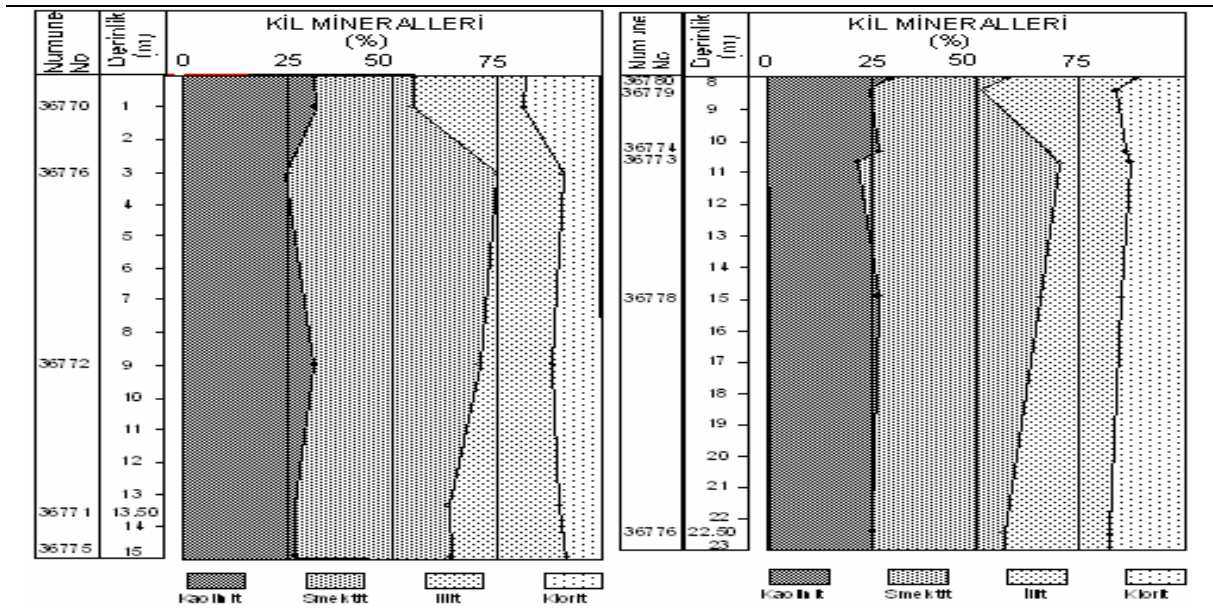
Figure 10. All SPT - (N) variations with depth.

Çizelge 1. 11 adet numunedeki kil mineralleri oranları.

Table 1. 11 item samples of clay mineral distribution.

Numune No	Derinlik	Kil Mineralleri			
		Kaolinit	Smektit	İllit	Klorit
KN	(m)	%	%	%	%
36770-KN-2	1.00	30	24	28	18
36776-KN-2	3.00	25	50	15	10
36772-KN-4	9.00	30	40	19	11
36771-KN-3	13.50	28	35	25	12
36775-KN-1	15.00	28	36	20	16
SK					
36780-SK-2	8.00	33	27	27	13
36779-SK-4	8.00	24	29	30	17
36774-SK-1	10.50	27	39	20	14
36773-SK-8	10.50	22	48	17	13
36778-SK-2	15.00	26	38	21	15
36777-SK-8	22.50	25	33	25	17

Şekil 11.'de ise bu kil minerallerinin KN ve SK kuyuları boyunca dağılımlarını göstermektedir.



Şekil 11. 11 adet kil numunesinin derinlik boyunca dağılımı.

Figure 11. 11 item clay samples of variations with depth.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu mahallede yapılaşma yeterli bir jeoteknik araştırma yapılmadan devam etmektedir. Bölge turistik cazibesi nedeniyle çok katlı ve yoğun yapılaşmaya maruz kalmaktadır. Bu çalışma, yapılaşmaya geçilmeden önce arazinin tüm jeoteknik özelliklerinin ayrıntılı bir biçimde ele alınmasına ve buna göre temel sistemi seçilmesine yardımcı olacaktır.

İleride bölgede yapılacak yapılarda yeraltı su düzeyinin yüksekliği (yağışlı mevsimlerde yaklaşık -1.0 m) mutlaka dikkate alınarak temel sistemi seçilmeli ve gerekli yalıtım önlemleri alınmalıdır. Bu bölgede jeoteknik araştırmalar yapılırken zemin sondaj derinlikleri bölgenin düzensiz tabakalaşması nedeniyle 25-30 m arasında seçilmelidir.

Bölgede yapılacak yapılarda taşıma gücü ve oturma hesapları yapılırken drenajsız şartlar en elverişsiz olduğu için, özellikle drenajsız koşullarda kohezyon (c_u), doğal birim hacim ağırlığı (γ_n), temel genişliği (B) ve boşluk oranı (e_0) değerleri önem arz etmektedir.

Bölgede yeraltı su seviyesinin yüksek olmasından dolayı çoğu zaman temel taban pabuçları ve kolonları su ile temas edeceğinden kullanılan hazır betonlarda prizi hızlandırıcı ve geçirimsizliği sağlayıcı katkı maddeleri kullanılmalıdır.

Konyaaltı Lagün Kilinin Jeomekanik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Konyaaltı (Antalya) Liman Mahallesi yumuşak kil zeminlerinin jeoteknik özellikleri kapsamlı arazi ve laboratuvar deneyleri ile incelenmiştir. Liman Mahallesi killeri için çok basit özelliklerin tanımlanmasında bile kesin doğruluk derecesinde veriler elde etmek amacıyla çok sayıda laboratuvar testleri yapılarak bulunan veriler grafiklerle gösterilmiştir.

Konyaaltı Liman Mahallesi zemininin genelde başlıca üç ana grup zemin sınıfından meydana geldiği ve 30 metrelik zemin profilinin yüksek ve düşük plastisiteli kil (CH - CL), yüksek ve düşük plastisiteli silt (MH - ML) ve kum karışımları (SM) olduğu görülmektedir (Şekil 3.). Plastisite kartı üzerinde bölge zemininin ağırlıklı olarak yüksek ve düşük plastisiteli kil (CH - CL) ve yüksek ve düşük plastisiteli silt (MH - ML) zeminlerden oluştuğu açıkça görülmektedir (Şekil 5).

Açılan 12 sondaj kuyusundan alınan örselenmiş zemin numuneleri üzerinde yapılan Atterberg limitleri grafikleri incelendiğinde likit limit (% 50 ~ % 70) aralığında, plastik limit (% 20 ~ % 40) aralığında ve plastisite indisi de (% 20 ~ % 40) aralığında değerler almaktadır. Likitlik indisi 0 - 1 arasında değerler aldığı için zeminin plastik kıvamda olduğu söylenebilir (Şekil 4).

Aktivite değeri ($0.30 < A_c < 0.70$) olup orta - yüksek aktiftir (Şekil 6).

Serbest basınç mukavemeti ($q_u = 20 \text{ kN / m}^2 \sim 84,2 \text{ kN / m}^2$) aralığında değerler almaktadır (Şekil 7). Ayrıca üç eksenli basınç cihazında yapılan konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) deneylerinde drenajsız kohezyon ($c_u = 7 \text{ kN / m}^2 \sim 90 \text{ kN / m}^2$) ve ağırlıklı olarak ($\phi_u = 1^\circ \sim 8^\circ$) aralığında değişen değerler elde edilmiştir. Şekil 7. incelendiğinde ($c_u = 15 \text{ kN / m}^2 \sim 55 \text{ kN / m}^2$) aralığında değişmektedir.

Sıkışma indisi değerlerinin derinlikle değişimi (Şekil 8)'de gösterilmiştir. Sıkışma indisi ($C_c = 0,200 \sim 0,380$) arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Boşluk oranı ($e_o = 0.54 \sim 1.22$) arasında değerler almaktadır (Şekil 8). Aşırı konsolidasyon oranı (OCR) değerleri 3 m derinlikten sonra genellikle $OCR < 1$ veya $OCR = 1 \sim 1,2$ aralığına değişmekte olup liman mahallesi zemininin normal konsolide kil olduğu söylenebilir (Şekil 9).

Toplu halde 12 adet SPT - N sonucunun derinlikle değişimini gösteren (Şekil 10) incelendiğinde Uzuner, (1995)'e göre bölge zeminin kıvamı orta sert ve sıkılık durumu ise gevşek - orta sıkı olarak tanımlanabilir.

Konyaaltı Lagün Kilinin Mineralojik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknolojisi Daire Başkanlığı Mineraloji Araştırmaları Koordinatörlüğü'nde 11 adet numune üzerinde XRD detay kil analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda; bölge zemininin ağırlıklı olarak kuvars, kalsit, smektit (Ca-montmorillonit), feldispat, klorit, mika grubu kil mineralleri, kaolinit, amfibol, dolomit, hematit, amorf silika, serpantin, kristobalit, tridimit, karışık tabakalı kil (klorit + kaolinit, smektit + klorit, smektit + illit, illit + kaolinit, klorit + illit) minerallerinden teşekkül ettiği bulunmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı maddi olarak destekleyen SÜ Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğüne, sondaj çalışmalarını yürüten Toros Jeoteknik Mühendislik Ltd. Şti.'ne, laboratuvar deneylerine katkılarından dolayı Toker Sondaj ve İnşaat Ltd. Şti. ve Erbey Mühendislik ve Müşavirlik Ltd. Şti.'lerine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Bird, E.C.F. 1984, Coasts; 3rd edition, Blackwell, Oxford.
- Cola, S., Simonini, P., 2002, Mechanical behavior of silty soils of the Venice lagoon as a function of their grading characteristics; Canadian Geotech. Journal, 39: 879-893.
- Dipova, N., Acar, M. H., 2003, Konyaaltı (Antalya) Liman Mahallesi kil zeminlerin ikincil sıkışabilirlik özelliklerinin belirlenmesi; XI. Ulusal Kil Sempozyumu, Ege ve Dokuz Eylül Üniversiteleri, İzmir.
- Keskin, N. S., 1993, İstanbul Neojen Kilinin şişme davranışına, ön konsolidasyonun, mineralojik özelliklerin ve çevresel faktörlerin etkisi; Doktora tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lewevre, R., 1967, Un nouvel element dans la geologie du Taurus Lycien: Les nappes d'Antalya (Turquie); C.R. Acad. Sc. Paris, 265: 1365-1368.
- Simonini, P., Cola, S., 2000, Use of piezocone to predict maximum stiffness of Venetian soils; Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 126(4): 362-378.
- Ricceri, G., Simonini, P., Cola, S., 2002, Applicability of piezocone and dilatometer to characterize the soils of the Venice Lagoon; Geotechnical and Geological Engineering, 20: 89-121.
- Şenel, M., 1997, Türkiye Jeoloji Haritaları; Antalya - L 10 paftası. MTA, No:7: 21.
- Şenel, M., 1981, Discussion on the Antalya Nappes; (Eds.) O. Tekeli and M.C. Göncüoğlu, Geology of Taurus Belt. International Symposium; Ankara, p. 41-52.
- TSE, 1987, İnşaat mühendisliğinde zemin laboratuvar deneyleri.
- Özaydın, K. 1999. Zemin Mekaniği. Birsan Yayınevi, İstanbul, 23.
- Uzuner, B. 1995. Temel Mühendisliğine Giriş. Derya Kitabevi, Trabzon.